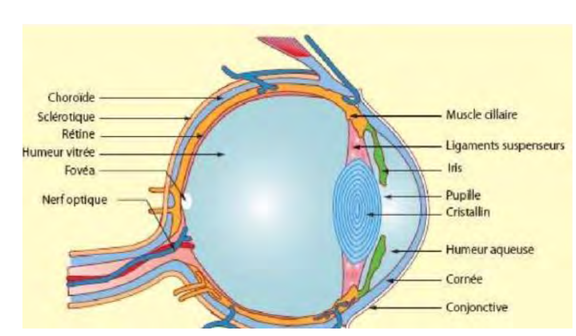
La vision :

L'oeil est l'organe de la vision, c'est un prolongement du cerveau.

-La rétine fait partie du SNC. -Le stimulus de l'oeil est la lumière visible

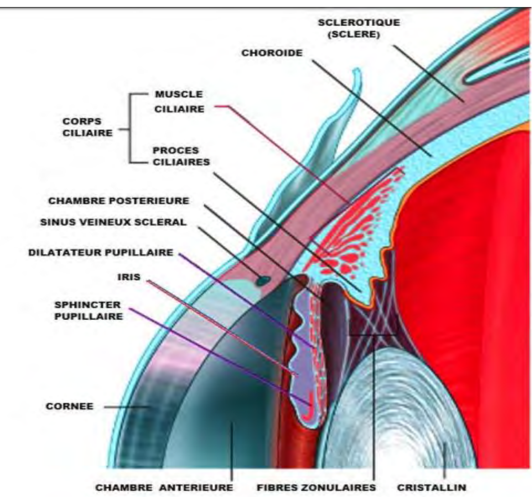
I-Anatomie de l'oeil : divisé en deux parties : globe oculaire et ses annexes.

1- globe oculaire : grossièrement sphérique et présente **4 parties** :



- la couche protectrice : cornée et sclère.
- la couche vasculaire (uvée) : iris, corps ciliaire et choroïde.
- la couche visuelle : rétine et nerf optique.
- le contenu de la cavité interne : humeur aqueuse, cristallin et corps vitré.

Quelques subdivisions :



1- A l'avant de l'œil on délimite 2 zones principales :
- la chambre antérieure qui se situe entre la cornée et l'iris et qui est remplie par l'humeur aqueuse.
- la chambre postérieure entre l'iris et le cristallin.

2- L'oeil comporte trois tuniques : la sclérotique, l'uvée et la rétine.

3- Il comporte cinq milieux transparents : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin, l'humeur vitrée et la rétine.

La cornée :
-Représente le 1er dioptre du système optique oculaire.
-Avasculaire à l'état normal, elle reçoit une innervation sensitive à partir des branches des nerfs ciliaires.
-Elle est formée d'un tissu conjonctif dont les fibres sont orientées dans le même sens, ce qui la rend transparente.

La sclère : La sclérotique, est la plus externe des tuniques du globe oculaire.
- Elle entoure les 4/5e postérieurs du globe. Fibreuse et inextensible, elle assure la protection de l'oeil.
-Elle donne insertion aux muscles oculomoteurs et se continue en avant par la cornée.
-Elle est formée d'un tissu conjonctif dont les fibres sont orientées anarchiquement, ce qui la rend opaque.

L'uvée :
-comprend trois parties l'iris, le corps ciliaire et la choroïde. C'est la partie la plus vascularisée du globe oculaire.

L'iris :
Partie la plus antérieure de l'uvée, faisant suite au corps ciliaire, c'est une membrane en forme de disque constitué par:
-les épithéliums pigmentés qui lui donnent la couleur
-la pupille qui la perfore au centre et qui se comporte comme un diaphragme d'ouverture variable selon l'intensité lumineuse.

Le corps ciliaire : -contient le muscle ciliaire et le procès ciliaire.
-Partie intermédiaire de l'uvée, sous forme d'un anneau saillant à l'intérieur de l'œil.
-Il joue un rôle dans l'accommodation et la sécrétion de l'humeur aqueuse.

La choroïde :
-fait partie de l'uvée, riche en vaisseaux et nerfs, elle occupe les 2/3 postérieurs du globe situé entre la sclère et la rétine.
- Elle nourrit l'iris et des photorécepteurs rétiniens.

La rétine :

- C'est une pellicule formée de 10 couches de cellules.

-**La macula** ou **tache jaune**, est la zone de la rétine temporale caractérisée par une concentration maximale de cônes. Située au fond de l'œil, dans l'axe de la pupille, la macula a un diamètre d'environ 2 mm.

-**La fovéa**, dépression dans la zone centrale de la macula, c'est la zone de la rétine où la vision des détails est la plus précise "en éclairage *diurne*" Elle est située dans le prolongement de l'axe visuel de l'œil.

-**La fovéola** est une dépression centrale de la fovéa, elle ne contient que de cellules en cônes, en dehors de celle ci, les cellules en bâtonnets commencent à apparaitre.

- **Les cônes :** sont très nombreux dans la partie centrale de la rétine, près de la macula.
Ils ne sont stimulés que par la lumière vive/intense et permettent une vision très nette et en couleurs. C'est pourquoi on voit moins bien la nuit et sans couleur (cônes ne sont pas stimulés car l'intensité de la lumière est basse).
Les cônes sont responsables de la **vision photopique (diurne)** . Leur pigment est la **Iodopsine**

-Il existe 3 sortes de cônes qui réagissent à des **longueurs d'onde** différentes : **bleu**, **vert**, **rouge**.

- **Les bâtonnets :** Ils sont plus nombreux que les cônes et majoritairement présents en périphérie de la rétine.
Ils sont très sensibles à la lumière, même celle de faible intensité. Ils donnent des images floues, sans contour précis, sans couleur. Ils sont responsables de la **vision scotopique (nocturne) .** Leur pigment est la **Rhodopsine**

-L'image rétinienne est inversée verticalement à celle de la source originelle.

Le nerf optique :

-La transmission des informations vers le cerveau est opérée par le nerf optique

-Toutes les fibres optiques issues des cellules visuelles convergent vers un point précis de la rétine : **la papille**. Ce point ne contient donc pas de cellules visuelles mais seulement les fibres nerveuses.

- La papille est un point de l'œil qui ne voit pas (la **tache aveugle**). En ce point débouche aussi le réseau veineux et artériel de la rétine.

L'humeur aqueuse :

-liquide transparent constamment renouvelé responsable du maintient de la pression intra-oculaire.

-Elle est produite par les **procès ciliaires** et passe de la chambre postérieure vers la chambre antérieure à travers la **pupille**.

-Elle se renouvelle constamment toutes les 2 à 3 heures .

-Dans la chambre antérieure, elle est éliminée au niveau du **trabéculum** ou elle passe dans le **canal de Schlemm**.

-Le trabéculum est une sorte de filtre. Si le trabéculum se bouche il y a augmentation de la pression d'où l'apparition d'un glaucome.

Le cristallin :

-Lentille biconvexe transparente, avasculaire, entourée d'une capsule.

-Son épaisseur augmente sensiblement avec l'âge du faite de la production continue des fibres cristalliniennes.

-Quand le cristallin est aplati, son rayon de courbure est grand. Quand il se déforme lors de l'accommodation, il se bombe, son rayon de courbure devient petit. Il se déforme uniquement sur sa face antérieure.

-Il participe au dioptre oculaire de façon importante.

Le corps vitré :

-masse gélatineuse claire et transparente qui amortit les chocs. Il représente 90% du volume de l'œil, formé de 95% d'eau.

2-Les annexes du globe oculaires : Les paupières, l'appareil lacrymal, les muscles oculomoteurs.

II Physiologie de la vision : L'oeil est l'organe de la vision.

Trajet de la lumiere : La cornée ➔ la pupille ➔ le cristallin " le focalise" ➔ la rétine "transduction"➔ nerf optique ➔ cortex cérébral " lit l'information" .

A-Pole antérieur de l'oeil : -reflexe photomoteur. -Accommodation visuelle.

1-Le reflexe photomoteur :

-C'est la modification du diamètre de la pupille grâce à l'iris, en réponse à la modification de la luminosité .

Lumiere ➔Myosis Obscurité ➔Mydriase .

Le muscle irien est constitué de :

a) **muscles circulaires = sphincter irien :**

Il est contracté par le système **parasympathique** et modifie le diamètre de la pupille en le diminuant ➔ **myosis.**

- Le myosis se produit toujours en même temps que l'accommodation.

b) **Muscles radiaires = dilatateur irien :**

Il est contracté par le système **sympathique** (via noradrénaline chez l'homme) ➔Il provoque une **mydriase.**

-La modification du diamètre de la pupille est un réflexe viscéral dit consensuel (se produit de la même façon dans les 2 yeux).

-Le système parasympathique maintient le tonus pour le myosis, et le système sympathique maintient le tonus pour la mydriase.

2-L'accomodation visuelle :

C'est un phénomène qui vise à projeter les images sur la rétine, en modifiant le **pouvoir de convergence** du cristallin en modifiant sa courbure (Il est attaché aux **muscles ciliaires**).

- **Objets éloignés** ➔ muscles relâchés ➔ courbure du cristallin peu prononcée (cristallin aplati) ➔ cristallin au repos ➔ pouvoir de convergence minimal (environ 20dioptries)

Rq : le relâchement est surtout passif, mais dépend aussi du système sympathique.

- **Objets proches** ➔ stimulation parasympathique (pour les deux yeux)➔ contraction des muscles ciliaires (Fibres musculaires lisses) + relâchement des fibres zonulaires qui soutiennent le cristallin ➔ courbure plus accentuée du cristallin (on parle aussi de diamètre antéro-postérieur)➔pouvoir d'accommodation est maximal (30 à 34 Dioptries).

-Avec l'âge, le cristallin perd son élasticité et n'arrive plus à modifier sa courbure, c'est la **presbytie.**

-Chez une personne normale un objet à plus de 6m doit être vu net sans accommodation (6m= ponctum remotum).

- L'accommodation maximale doit permettre de voir un objet net à 10-20 cm = ponctum proximum.

Petite explication : pourquoi le myosis accompagne t il l'accommodation ?

En fait quand un objet est proche nous n'avons besoin que des rayons lumineux qu'il reflète et non du reste, c'est pour cela que la pupille se ferme pour empêcher les rayons lumineux "intrus de pénétrer ", nous remarquons que le myosis est activé par le système parasympathique et donc l'accommodation aussi.

Sensibilité relative
Vision diurne
Vision nocturne
400 500 600
Longueur d'onde (nm)

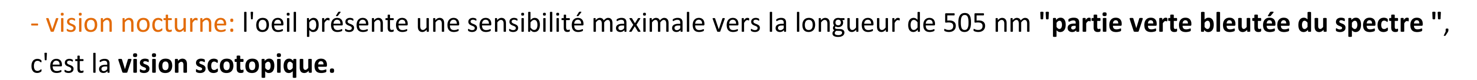
B-Pole postérieur de l'oeil : La rétine .

-Dualité fonctionnelle de la rétine : • Effet Purkinje • Acuité visuelle • Vision des couleurs.

1- Effet Purkinje :

décalage de la sensibilité spectrale du bleu-vert au jaune-orange quand on passe de l'obscurité relatif à la lumière intense.

- vision diurne : l'oeil présente une sensibilité maximale vers la longueur de 550 nm "**partie jeune verdâtre du spectre"** c'est la **vision photopique.**



- vision nocturne: l'oeil présente une sensibilité maximale vers la longueur de 505 nm **"partie verte bleutée du spectre "**, c'est la **vision scotopique.**

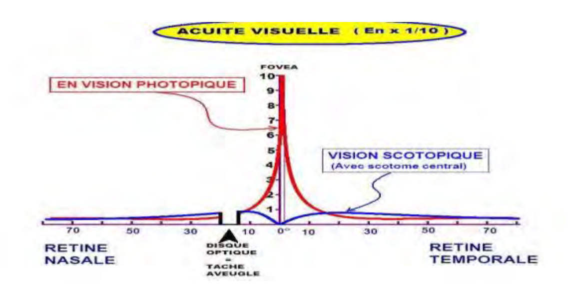
En plein jour, les fleurs nous paraissent d'un rouge vif et les feuilles plus sombres. Alors que dans la nuit, c'est l'inverse, les feuilles paraissent plus lumineuses.

2-L'acuité visuelle : "pouvoir séparateur": résolution spatiale



-C'est le pouvoir de discrimination dans l'espace qui mesure la capacité de nos yeux à différencier 2 objets.
-l'acuité est maximale au niveau de la Fovéa.
-Rétine centrale : cellules en cônes- Pas de convergence - résolution spatiale élevée - faible sensibilité.

-Rétine périphérique : cellules en bâtonnets - convergence importante - résolution spatiale faible - grande sensibilité. **(c visuelle → c bipolaire → c ganglionnaire)**



Vision scotopique: la rétine centrale est aveugle (à son niveau il y a une tache noire: le scotome): c'est une vision périphérique à scotome central. l'acuité visuelle est donc diminuée car la rétine périphérique a une acuité faible.

Vision photopique: la rétine centrale a une acuité maximale avec la fovéa.

3- La vision des couleurs :

-Les couleurs que nous percevons dépendent des **longueurs d'ondes** de la lumière qui est réfléchie ou absorbée par les pigments des objets que nous percevons.

-Les parties photosensibles sont orientées du coté opposé à celui de la lumière incidente, la choroïde et l'épithélium pigmentaire de la partie postérieure de la rétine absorbent la lumière et empêchent sa réflexion vers les cônes et les bâtonnets " pour qu'il n y est pas de troubles de la vision".

Théorie trichromatique de YOUNG- HELMHOLTZ «On peut obtenir toutes les couleurs du spectre visible par un mélange additif de proportions variables de 3 couleurs fondamentales…»
-Les cônes **S bleus** représentent 5% , les cônes **M verts** et **L rouges** sont les plus abondants .
-Les récepteurs à bâtonnets (pigment: rhodopsine) sont les plus nombreux mais sont absents au niveau de la foveola.

a) Au niveau de la rétine centrale :

-conditions photopiques : bonne vision des couleurs. (Faible sensibilité à la lumière (stimulée par les fortes intensités seulement)➔Aveugle en conditions scotopiques).

-Activation des photopigments des cônes, trois types de cônes chez l'homme avec des photopigments sensibles au rouge, au vert et au bleu, selon leur type, ces photopigments absorbent et répondent de façon optimale à une lumière de longueur d'onde donnée.

-chaque type de cône a une lumière préférée mais répond aussi aux autres, donc pour une longueur d'onde donnée, les trois types répondent mais de degrés différents, ce qui nous permet d'apercevoir les différentes couleurs.

b) Au niveau de la rétine périphériques :

-Conditions scotopiques : vision achromatique.
-Conditions photopiques : mauvaise vision des couleurs.

Conclusion : Dualité fonctionnelle et dualité Anatomique

ZONE DE LA RETINE	RETINE CENTRALE	RETINE PERIPHERIQUE
CONDITION D'ECLAIREMENT	FORTE LUMINOSITE : PHOTOPIQUE (PEU SENSIBLE A LA LUMIERE)	FAIBLE LUMINOSITE : SCOTOPIQUE (TRES SENSIBLE A LA LUMIERE)
PIC DE SENSIBILITE SPECTRALE	555 nm (JAUNE – ORANGE)	507 nm (BLEU – VERT)
ACUITE VISUELLE	MAXIMALE EN CONDITIONS PHOTOPIQUES NULLE EN CONDITIONS SCOTOPIQUES	FAIBLE (≤ 1/10)
VISION DES COULEURS	BONNE EN CONDITIONS PHOTOPIQUES	ABSENCE DE VISION DES COULEURS EN CONDITIONS SCOTOPIQUES (*VISION ACHROMATIQUE*) PEU PRECISE EN CONDITIONS PHOTOPIQUES
TYPE DE PHOTORECEPTEURS : (c = cônes ; b = bâtonnets)	A CÔNES EXCLUSIVEMENT (c)	SURTOUT A BÂTONNETS (c+b) (120 millions de récepteurs à bâtonnets)
PIGMENT VISUEL DES RECEPTEURS	3 TYPES SELON LES PICS D'ABSORPTION: SENSIBLES AU BLEU / 445nm, VERT /535nm, ROUGE / 570 nm	UN SEUL TYPE DE PIGMENT : RHODOPSINE / 500 nm
FREQUENCE CRITIQUE DE FUSION	ELEVEE	FAIBLE

pouvoir de résolution temporelle: FCF: la fréquence la plus rapide à laquelle les stimuli sont présentés sont encore perçus comme séparés

1.ADAPTATION AUX VARIATIONS D'ECLAIREMENT :

1.1 ADAPTATION A "L'OBSCURITÉ" : (aux faibles luminosités, car en l'absence de photons il n'y a pas de vision)

- •Réflexe photomoteur +/- (variation faible de luminosité)
- •Quantité de rhodopsine +++ "adaptation photochimique " (variation grande de luminosité)
- •Facteurs nerveux (pool de sommation)+++

1.1.1 Le reflexe photomoteur :

-Le reflexe photomoteur permet des adaptations assez rapides à de **faibles variations** de luminosité.

-Le rôle principal du réflexe photomoteur, (en plus de l'adaptation à de légères variations de luminosité) est de **corriger les défauts optiques de l'œil**, en arrêtant les rayons lumineux qui doivent passer par le bord du cristallin (car le cristallin à ce niveau a la forme d'un prisme, donc on aura bcpp de couleurs).

N.B: l'éclairement, même limité à un seul œil entraîne un myosis des deux yeux. La réponse de l'autre œil est dite consensuelle

En conditions scotopiques :

-Mydriase "faible intensité de la lumière "

- Faible acuité visuelle : cellules en cônes aveugles, seules les cellules en bâtonnets sont actives

- Vision achromatique : les cellules en bâtonnets, seules actives en conditions scotopiques, assurent une vision sans couleurs.

En conditions photopiques :

a) Mydriase : "par l'atropine (sympathomimétique) par exemple" :

-Vision avec défauts optiques : aberrations chromatiques et sphériques dues à la mauvaise distinction des couleurs et des formes par les cellules en bâtonnets .

b) Myosis : du a la présence de lumière "par le reflexe photomoteur

-correction des défauts grâce aux cellules à cônes

- Adaptation a l'augmentation de lumière.

Le point de départ du reflexe photomoteur se situe dans les **photorécepteurs à cônes et à bâtonnets et dans certaines **cellule ganglionnaires ipRGC** : Cellules Ganglionnaires Intrinsèquement Photoréceptives (n < 5000, soit environ 1 à2% des neurones ganglionnaires), répartis uniformément dans la rétine.

Ces cellules contiennent dans leurs dendrites, somas et axones un photopigment non visuel "ne participe pas à la vision " **mélanopsine**, dont la **décoloration** induit une **dépolarisation** et des **potentiels d'action**, à l'origine de la réponse de l'iris à l'éclairement de l'oeil.

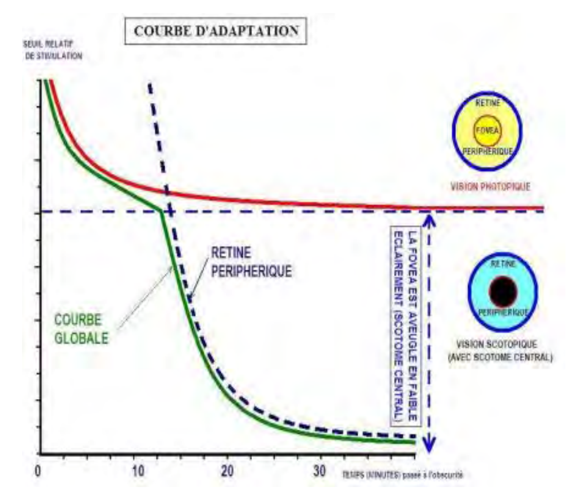
1.1.2- La quantité de Rhodopsine : (photopigment contenu dans les cellules à bâtonnets)

-Quand un sujet se déplace d'un endroit vivement ensoleillé vers un endroit sombre, il éprouve une cécité transitoire , pendant l'adaptation à l'obscurité

-Pendant l'exposition à l'éclairement intense, la rhodopsine a été complètement activée, donc décolorée et insensible à la lumière, la rhodopsine ne répond pas avant de retrouver sa conformation de repos, ce qui nécessite plusieurs minutes.

-l'adaptation à l'obscurité survient en partie sous l'effet d'une régénération enzymatique de la forme initiale de la rhodopsine.

-La vitamine A augmente la concentration de la rhodopsine dans les photorecepteurs.



Commentaires sur la figure 1 :

Vision photopique :

-toute la rétine voit, cette période est précoce et les cellules en cônes restent actives malgré leur déplacement vers l'obscurité.
-nous remarquons une baisse considérable du seuil de la stimulation tant en région centrale qu'en région périphériques de la rétine, ceci est du au déplacement vers un milieu obscur, les cellules à cônes et à bâtonnets augmentent leur sensibilité à la lumière "en diminuant le seuil "
-les cellules en cônes diminuent le seuil jusqu'a une valeur limite relativement élevée, en effet ces cellules nécessitent normalement une forte intensité lumineuse pour être activée, leur seuil s'arrêtent alors a une valeur et ne diminue plus.
- les cellules en bâtonnets continuent a baisser leur seuil, jusqu'au passage à la vision scotopique.

Vision scotopique :

-les cellules à cônes sont aveugles "scotome central", la vision ne dépend que des cellules en bâtonnets.
-le seuil de stimulation des cellules a bâtonnets continue à baisser en fonction du temps passé à l'obscurité.
-La courbe globale : dépend des cellules à cônes et a bâtonnets pour la vision photopique, mais ne dépende que des cellules a bâtonnets dans la vision scotopique .
-Scotome = défaillance partielle dans l'aire du champs visuel .

•En conditions de vision scotopique, seule la rétine périphérique est fonctionnelle.

**l'évolution du seuil de sensibilité de l'œil présente une bonne corrélation avec la quantité de rhodopsine décolorée :
-pour 100% de Rh décolorée le seuil est maximal " la décoloration importante indique une forte luminosité du milieu donc le récepteur augmente le seuil"
-Pour 0% de Rh décolorée le seuil est le plus bas (l'œil est le plus sensible, surtout aux photons de λ= 500 nm, cf. effet Purkinje)
-plus la quantité de rhodopsine décolorée diminue , plus la sensibilité du photorécepteur est importante .

•Mais la rhodopsine n'explique pas <u>les variations de seuil parfois importantes</u> pour de <u>faibles quantités de pigment décoloré</u> (après isomérisation du 11-cis-rétinal en Tout-Trans-rétinal, voir plus loin)

•Des facteurs nerveux ont été proposés pour expliquer ces variations peu liées à la quantité de pigments visuels décolorés .

1.1.3- Facteurs nerveux : pool de sommation

Les neurones visuelles d'une meme zone retinienne sont interconnectés: l'activation d'un neurone provoque celle des cellules voisines dans les zones non eclairées.

1.2 ADAPTATION A L'ECLAIREMENT PROLONGE : Rôle du Ca++ (rétablissement du courant d'obscurité)

-la guanylate–cyclase(GC) produit la GMPc à partir du GTP. (GCAP : protéine activant la GC).

a) À <u>l'obscurité</u> : l'entrée de Ca++ inhibe la GCAP → n'influence pas la GC (attention la GC reste active, même sans l'aide de la GCAP) → production normale de GMPc.

-**<u>Lumière</u>** → fermeture des canaux Ca++ → activation de la GCAP "desinhibition" → activation+++ de la GC .
-la synthèse de GMPcyclique **augmente** alors → réouverture des canaux Ca++ dans le segment externe → rétablissement du courant d'obscurité (potentiel de repos)

- Le photorécepteur ne sera donc plus «saturé» lors d'un éclairement intense et/ou prolongé.

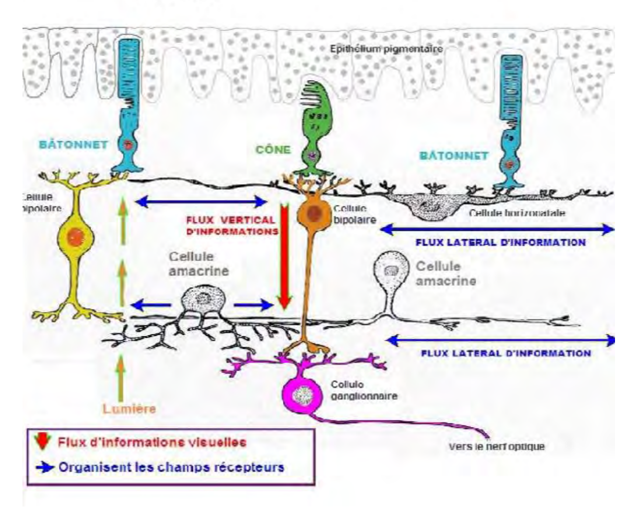
*L'information clef de ce cycle est la suivante :
-la GMPc est produite dans l'obscurité en quantités normales .
-En présence de lumière la GCAP active la GC qui forme encore plus de GMPc , pour s'opposer à la désactivation de cette dernière par la PDE dans la lumière .
- Donc : on aura une quantité de GMPc qui reste active , même en conditions de luminosité élevée.
-La GMPc tend à ouvrir les canaux Ca++ qui sont normalement fermés en présence de lumière, donc elle rétablit le courant d'obscurité , dans la lumière !

b) La calmoduline : protéine activée en présence Ca++ diminue l'affinité du canal cationique pour la GMPc.

-A la lumière ➔ diminution de concentration du Ca++ ➔réduit cet effet de la calmoduline ➔ augmentation del'affinité a la GMPc ➔ ouverture du canal ➔dépolarisation ➔ rétablissement du courant d'obscurité.

2. TRANSDUCTION VISUELLE (dans les récepteurs à bâtonnets) :

2.1- Structure de la Rétine :



-La structure de la rétine peut être considérée selon trois étages;

- sauf au niveau de la fovéola correspondant à un seul étage, constitué essentiellement par les articles externes des cônes .

***Sens de propagation du signal électrophysiologique :**

-photorécepteurs ou **1er étage** "receptoral".

-les cellules bipolaires ou **2ième étage.**

-les cellules ganglionnaires ou **3ième étage.**

-la propagation se poursuit le long des nerfs optiques…

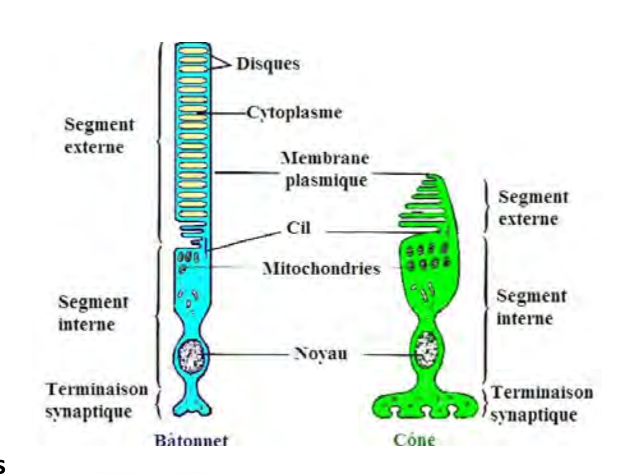
les photorécepteurs font synapse à la couche plexiforme externe avec des cellules d'association: **les horizontales, et leurs **cellules bipolaires** qui constituent le deuxième étage rétinien jusqu'à la couche plexiforme interne.

-Les ganglionnaires font synapse à la couche plexiforme interne avec les cellules bipolaires sus-jacentes et des cellules d'association: **les amacrines** .

-Les axones des cellules gg^{aires} se myélinisent à partir de la lame criblée de la papille et forment les fibres des nerfs optiques.

2.2-Structure des photorécepteurs :

Photorécepteurs = neurones spécialisés de 2 types : cônes et bâtonnets qui sont constitués de 3 parties :



-segment externe : enfoui dans la cellule pigmentaire, partie réceptrice de la lumière, contient un pigment photosensible. il comprend des saccules "disques" au niveau des bâtonnets et des replis membranaires au niveau des cônes (pour augmenter la surface membranaire du segment externe)

-segment interne : contient le corps cellulaires avec les organistes .

- La terminaison synaptique .

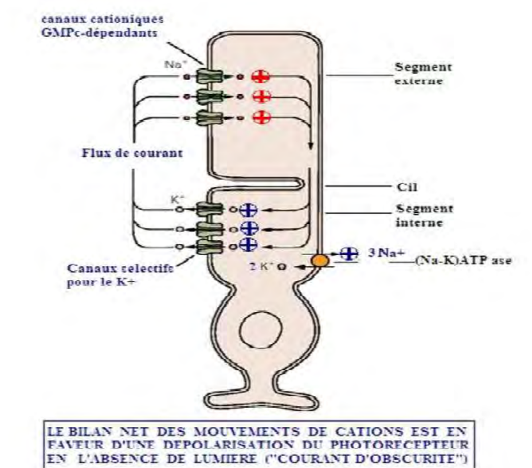
2.3- le potentiel de repos : " courant d'obscurité " :

- Le photorécepteur est la seule cellule sensitive qui est **dépolarisée au repos** à l'absence du stimulus adéquat " dans l'obscurité " et qui **s'hyperpolarise en réponse a son activation** .

- En l'absence de lumière , les canaux sodiques de la membrane du segment externe sont maintenus en position ouverte grâce à la concentration élevée de la GMPc , "canal sodique lié à la GMPc " .

- Le flux entrant de NA+ élève le potentiel de membrane (dépolarisation) et ouvre les canaux Ca++ potentiel dépendants dans la terminaison synaptique .

- Le Ca++ provoque la libération du glutamate (exocytose), la libération du glutamate est continue dans l'obscurité .



2.4- Le Potentiel récepteur :

Le photorécepteur est au repos dépolarisé " courant d'obscurité "

-il répond à l'éclairement par une hyperpolarisation " Potentiel récepteur"

- Le photorécepteur ne peut pas créer de Potentiel d'action .

-Son potentiel récepteur est interprété par les cellules bipolaires , puis ganglionnaires .

-Seules les cellules ganglionnaires peuvent produire des potentiels d'action qui seront transmis au cerveau.

-La fréquence des potentiels d'action est proportionnelle à l'amplitude du potentiel de récepteur qui est proportionnel à l'intensité de la stimulation lumineuse .

2.5- Mécanisme de la transduction :

-La transformation du signal lumineux en influx nerveux se fait grâce à des pigments photosensibles : les photopigments . Ils sont situés sur les membranes des saccules et des replis.

-les **photopigments** sont constitués d'une protéine : l'**opsine,** à laquelle se fixe une molécule photosensible dérivée de la vitamine A : le rétinienne "ou **rétinal** ". Ainsi la vitamine A est nécessaire à la vision .

Stimulation des bâtonnets :

- la stimulation = décoloration , activation de la rhodopsine au niveau des membranes des disque contenus dans le segment externe , le potentiel récepteur quant à lui , varie dans la membrane cytoplasmique >il faut donc un second messager entre les deux , c'est la GMPc" par sa désactivation

- Transduction assurée par la Protéine G :

-opsine ici = **Scotopsine** → vision scotopique

- la Scotopsine s'associe au rétinienne et donne la rhodopsine.

-La rhodopsine est un pigment coloré (pourpre rétinien). Cette couleur pourpre n'existe que dans le rétinien fixé sur la Scotopsine.

-Quand il n'y a pas de lumière, la Scotopsine et le rétinienne sont fixés. La rhodopsine s'accumule au niveau des bâtonnets.

-Quand un rayon lumineux arrive, l'**énergie** contenue dans les **photons "500nm**" du rayon va activer **les électrons** du rétinienne qui change de **conformation chimique** (passe d e la forme **11-cis** au **tout-trans**). La transformation est instantanée (qqes msec).

-La nouvelle conformation du rétinienne va activer la **protéine G** " nommée ici **transducine**"

-la transducine stimule une enzyme : la **phosphodiesterase PDE** .

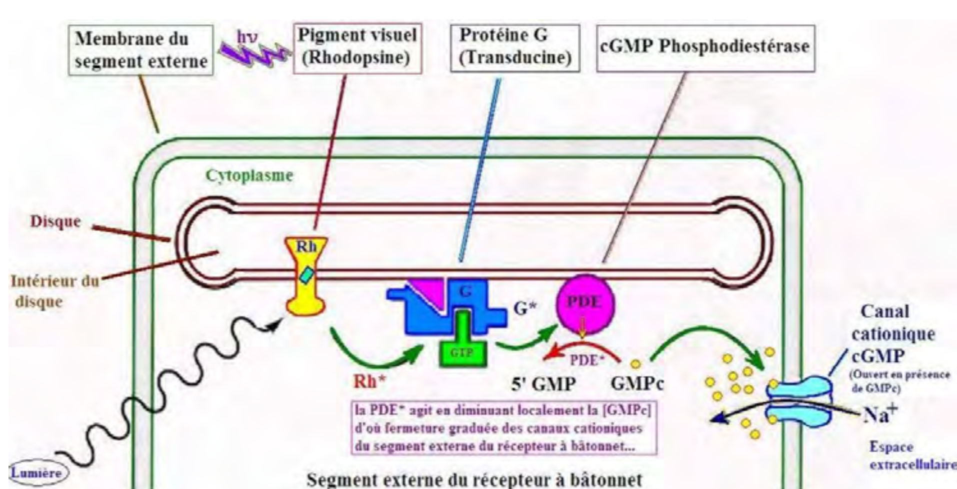
-la PDE désactive la GMPc " la transforme en **5'GMP "** ➔ les canaux sodiques se ferment ➔ la membrane s'hyperpolarise ➔la libération du glutamate est inhibée.

- Quand le rétinal est sous forme trans, il n'est plus lié à la scotopsine (décoloration du pourpre rétinien).

-La rhodopsine se régénère grâce à une isomérase : le rétinol va repasser à sa forme 11-cis (ceci nécessite de l'ATP), se relie à la scotopsine et donne la rhodopsine .

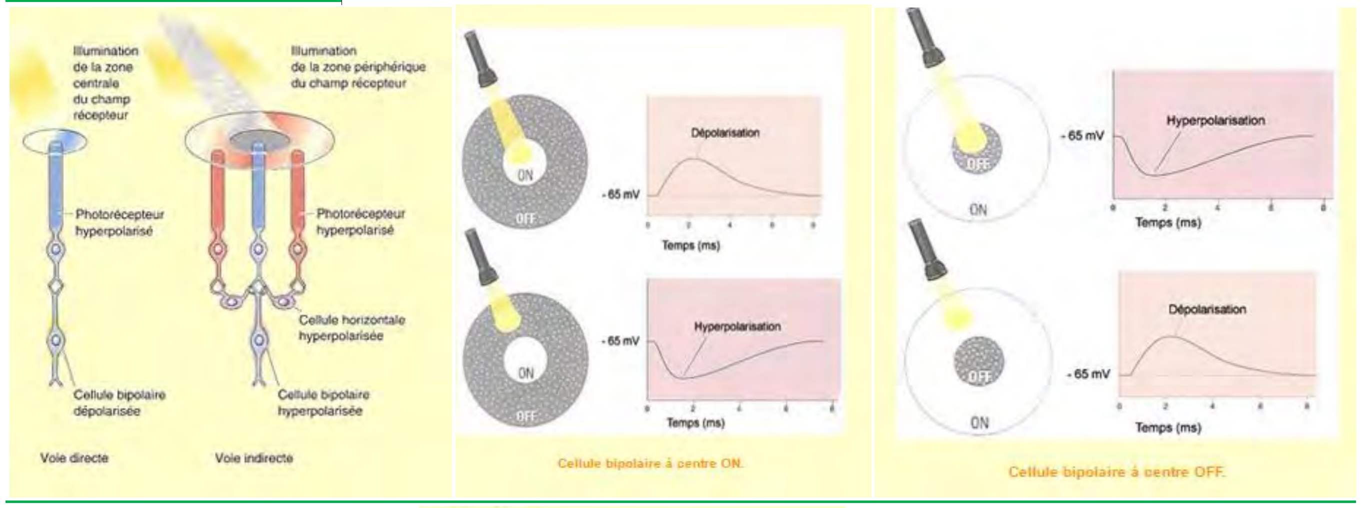
-Cette étape de régénération est plus lente (de l'ordre de la minute).

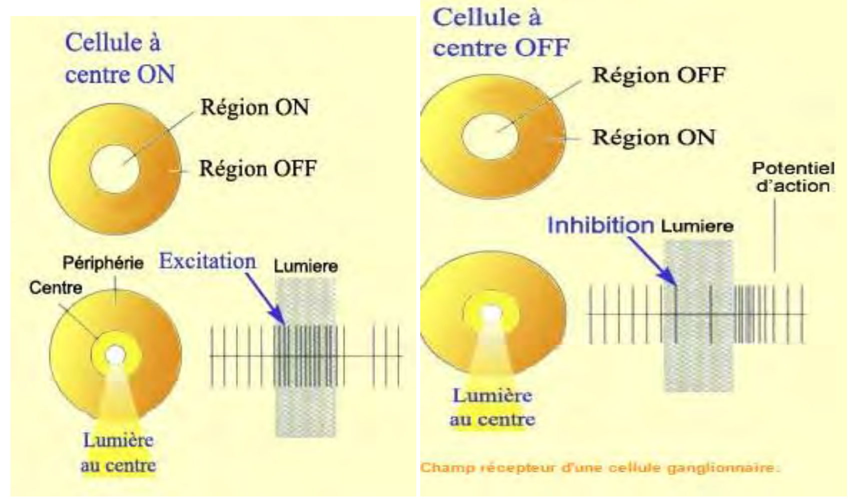
- La rhodopsine est dégradée par la lumière de faible intensité. Vision scotopique = vision nocturne des bâtonnets.



3- Propriétés générales des neurones rétiniens :

3.1- Le champ récepteur :





Champ récepteur d'une cellule ganglionnaire.

- Champs récepteurs rétiniens : est la région de l'espace qui s'associe à un neurone. cela veut dire que pour une cellule ganglionnaire quelconque, son champ récepteur inclurait tout le réseau synaptique des photorécepteurs, cellules bipolaires, horizontales et amacrines qui convergent vers cette cellule.

- Réponses des neurones rétiniens : seules les cellules ganglionnaires produisent des PA propagés **elles sont sensibles à des changements de polarisation (potentiels gradué), et produisent des PA.**

- Les champs récepteurs sont : arrondis
  - concentriques
  - Antagonistes : la réponse à l'éclairement de la partie de centrale d'un champ R est contraire à celle obtenue de la partie périphérique ceci favorise le **contraste.**
  - Pour des couples de couleurs opposées : **(R+, V-) / (B-, J+) => et inversement.**

- Les champs récepteurs de la rétine ont été classiquement traités comme des structures elliptiques du type centre-périphérie, chaque partie étant soit ON, soit OFF, et antagonistes entre elles. Pour qu'une cellule à centre ON tire, elle doit être stimulée par de la lumière principalement en son centre, alors qu'une cellule à centre OFF doit être stimulée principalement en sa périphérie. Et pour quoi «principalement» ? Parce que quand la lumière est à la fois dans le centre et la périphérie, ces cellules tirent lentement (à basse fréquence), alors que lorsqu'elles sont stimulées seulement dans leur partie ON, elles tirent rapidement.

Les cellules ganglionnaires sont réparties en deux types :

- Phasiques (ON/OFF) : cellules de grande taille ; cellules **Y** (**M**) magnocellulaires ; grande vitesse de transmission = pour informer sur les changements **rapides donc ON au début du stimulus, OFF arrêt.**
- Toniques : petites cellules ; cellules **X** (P) parvocellulaires ; soit inhibées pendant toute la durée du stimulus lumineux, ou bien activées pendant toute la durée du stimulus, beaucoup moins rapides = la couleur ne va pas changer intrinsèquement donc grande vitesse n'est pas nécessaire.

4. PROJECTIONS VISUELLES CENTRALES :

4.1 - Retinotopie :

a) Rétinotopie :

- ✓ Projection point par point de l'information rétinienne
- ✓ Champ médian entre les deux hémichamps = champ bilatéral = pour voir les reliefs
- ✓ Projections du NO de la rétine temporale = restent ipsilatérales
- ✓ Projections NO de la rétine nasale = croisent la ligne médiane au niveau du chiasma optique.
- ✓ La meilleure représentation corticale de la rétinotopie est celle de la fovéa (possède la plus grande surface de représentation).
- ✓ Les objets situés dans la partie supérieure se projettent dans la partie inférieure du cortex visuel primaire et inversement.

Remarque :

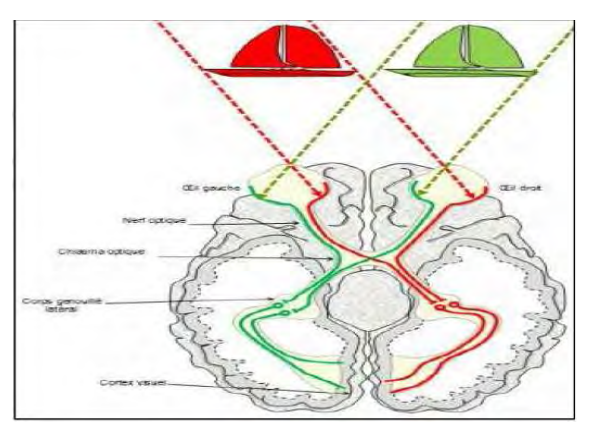
- La moitié médiale de la rétine reçoit les rayons provenant de la partie latérale du champ visuel, alors que la moitié latérale de la rétine reçoit la partie centrale du champ visuel.

Le tractus optique :

- Chaque tractus optique possède des neurofibres temporales ipsilatérales (*provenant de l'hémichamp visuel nasal controlatéral)* et des neurofibres nasales controlatérales (*provenant de l'hémichamp visuel temporal controlatéral).*

- *Il achemine tous les messages provenant de la même moitié controlatérale du champ visuel.*
- L'inversion des images provenant des champs visuels droit et gauche et le croisement partiel des fibres du nerf optique aboutit à la représentation de l'espace visuel gauche dans l'hémisphère droit (et inversement), alors que les objets situés dans la partie supérieure, se projettent dans la partie inferieure des voies et du cortex visuel primaire.
- Les deux tractus optiques contournent l'hypothalamus et font synapse **avec le corps (noyau) genouillé latéral (CGL)** du thalamus (situé dans le corps genouillé latéral).

Exemple : le tractus optique **droit** possède des neurofibres temporales **droites (de l'hémichamp visuel central gauche)** et des neurofibres nasales **gauches (de l'hémichamp visuel latéral gauche). - Donc ce tractus achemine une représentation de la moitié gauche du champ visuel.**



-Après l'excitation de la rétine, les neurones bipolaires transmettent les informations aux neurones ganglionnaires, dont les axones forment le nerf optique.

-Nerfs optiques : 2e paire de nerfs crâniens, forme le chiasma optique = lieu de croisement partiel des fibres nerveuses .

- les fibres de l'hémirétine temporale ne se croisent pas. les fibres de l'hémirétine nasale se croisent.

-Les fibres forment ensuite les bandelettes optiques (ou tractus optiques).

-Les bandelettes optiques aboutissent ensuite au thalamus, avec comme relais le corps genouillé latéral.

-L'information nerveuse est ensuite conduite via la radiation optique et se projette sur l'aire visuelle primaire du cortex occipital, qui permet de prendre conscience de l'objet regardé.

-L'aire visuelle primaire est ensuite reliée aux aires visuelles secondaires, qui analysent l'information visuelle en fonction de notre mémoire et de notre vécu.

-Les informations visuelles aboutissent ensuite aux aires visuelles associatives, qui permettent l'analyse des formes et surtout du mouvement.

4.2-Les projections visuelles centrales :

4.2.1 - Projection parallèle :

morpho de GG	types Fonctionnels	Rôle	Projections
Alpha (X)	X, Toniques	Acuité visuelle analyse des couleurs	X : se projettent sur CGL, sur V1 (aire visuelle primaire = A17 B)
Bêta (Y)	Y, Phasiques	Variation et déplacement du stimulus lumineux	Y : se projettent sur CGL, sur V2 (aire visuelle associative = A18 B)
Gamma (W)	W toniques ou phasiques	mvts oculaires extrinsèques, Réflexe photomoteur et accommodation visuelle.	W : se projettent sur les tubercules Quadrijumeaux ANT ; sur l'aire visuelle V3 = A19 B

- X ➔ CGL ➔ V1
- Y ➔ CGL ➔ V2
- W ➔ bifurcation de leurs axones ➔ tubercules quadrijumeaux antérieur + V3

4.2.2- Projection hiérarchique " convergente " :

-les cellules ganglionnaires "gardent les propriétés des champs récepteurs " ➔ CGL .

-plusieurs cellules du CGL convergent vers les cellules dites **simples (S)** du cortex visuel **V1**.

-Plusieurs cellules S ➔ sur une cellule **complexe (C)** de l'aire **V2 .**

-Des cellules C projettent sur une cellule **hypercomplexe(HC)** au niveau de l'aire **V3**.

Systèmes P et M : il existe un 3eme système K que nous ne traiterons pas

-Une classification selon les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles:

parvocellulaire (P) **magnocellulaire (M)**

	Système P	Système M
%	80% des GG	10% des GG
Type cellulaire	Petites cellules	Grandes cellules
Réponse	Tonique	Phasique
Vitesse	Conduction lente	Conduction rapide
Spécialité (modules)	Analyse des formes et des couleurs	Déplacement du stimulus et profondeur (3D, vision stéréo-typique)
Voie	Inféro-temporale	Dorsale (pariétale)